

98/2249



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Patentschrift
⑩ DE 196 33 581 C 1

⑤1 Int. Cl.⁸:
G 06 T 7/20
H 04 N 7/28

BB B2

- ②1 Aktenzeichen: 196 33 581.7-53
②2 Anmeldetag: 20. 8. 96
④3 Offenlegungstag: —
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 26. 2. 98

BEST AVAILABLE COPY

DE 196 33 581 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:
Heer, Christoph, Dr.-Ing., 81547 München, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

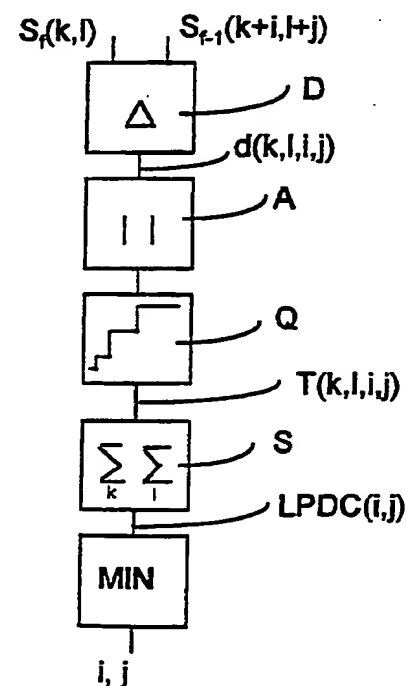
DE 40 23 449 C1
DE 43 44 924 A1
DE 42 21 320 A1

DUFAUX, MOSCHENI: »Motion Estimation
Techniques for Digital TV: A Review and a New
Contribution« Proc. of the IEEE, Vol. 83, No. 6,
1995, S. 858-876;

GHARAVI, MILLS: »Blockmatching Motion
Estimation Algorithms-New Results« IEEE
Transactions on Circuits and Systems, Vol. 37, No. 5,
1990, S. 649-651;

⑤4 Verfahren zur Auswahl eines wahrscheinlichen Bewegungsvektors für eine Echtzeitbewegungsschätzung bei
Bewegtbildsequenzen

⑤7 Der Anmeldungsgegenstand betrifft ein Verfahren, bei
dem aus einem aktuellen Bildausschnitt ($S_k(k,l)$) und aus
einem vorhergehenden Bildausschnitt ($S_{k-1}(k+i,l+j)$) Diffe-
renzen gebildet werden, die über eine treppenförmige
Quantisierungskennlinie mit, insbesondere zur Basis zwei,
exponentiell ansteigender Stufenbreite und Stufenhöhe je-
weils einer quantisierte Differenz ($T(k,l,i,j)$) zugeordnet wer-
den, die für einen jeweiligen Bewegungsvektor zu einem
jeweiligen Summenwert ($LPDC(i,j)$) aufsummiert werden,
um anschließend einen wahrscheinlichsten Bewegungsvek-
tor mit dem geringsten Summenwert zu ermitteln. Die
Vorteile liegen in der einfachen Realisierbarkeit sowohl als
Hardware als auch als Software und in dem vergleichsweise
guten Signal/Rausch-Abstand.



DE 196 33 581 C 1

Eine Bewegungsschätzung in Bewegtbildsequenzen wird zum Beispiel zur Reduktion der zeitlichen Redundanz in der Bildcodierung und zur Interpolation von Zwischenbildern in einer Bildersequenz verwendet. Dazu werden die Bilder in kleinere Bildausschnitte zerlegt und für jeden Bildausschnitt wird ein Bewegungsvektor bezogen auf das vorhergehende Bild ermittelt. Der Bewegungsvektor kann zur Rekonstruktion des aktuellen Bildausschnittes aus der Information des vorhergehenden Bildes verwendet werden. In der Regel setzt sich die Bewegungsschätzung aus der Bestimmung der zwei in der Bildebene gelegenen translatorischen Komponenten des Bewegungsvektors zusammen. Für alle betrachteten Bewegungen eines Bildausschnittes muß ein Verfahren zur Auswahl des wahrscheinlichsten Bewegungsvektors durchgeführt werden.

Aus den IEEE Transactions on Circuits and Systems, VOL. 37, NO. 5, MAY 1990, Seiten 649—651, sind solche Verfahren bekannt, wobei beim sogenannten MSD-Verfahren die Summe der Quadrate oder beim sogenannten MAD-Verfahren die Summe der Absolutwerte der Differenzen zwischen den Pixelwerten des aktuellen Bildausschnittes und den Pixelwerten eines entsprechenden Bildausschnittes des vorhergehenden Bildes oder aber beim sogenannten PCD-Verfahren die Anzahl der absoluten Differenzen zwischen den Pixelwerten des aktuellen Bildausschnittes und der Pixelwerte eines entsprechenden Bildausschnittes des vorhergehenden Bildes, die eine vorgegebene Schwelle unterschreiten als Kriterium für die Auswahl des wahrscheinlichsten Bewegungsvektor dienen.

Das MSD-Verfahren ist wegen der Quadrierung sehr aufwendig und das das MAD-Verfahren liefert ein vergleichsweise schlechtes Signal/Rausch-Verhältnis (SNR). Das PCD-Verfahren ist sehr einfach realisierbar, liefert aber nur sehr unbefriedigende Ergebnisse hinsichtlich des Signal/Rausch-Verhältnisses.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 42 21 320 A1 ist eine Bewegungsvektor-Erfassungsvorrichtung bekannt, bei der ohne Erhöhung des Schaltungsaufwandes die Erfassungsgenauigkeit dadurch erhöht wird, daß eine Vielzahl von Sätzen repräsentativer Punkte gespeichert werden, die im selben Intervall ausgewählt sind wie jene für Suchbereiche, deren jeder aus Q·R Pixeln eines Bildes eines Teilbildes besteht, welches dem gerade vorliegenden Teilbild um ein oder mehrere Teilbilder vorangeht.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 43 44 924 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bewegungsschätzung bekannt, wobei die Auswertung nur bestimmter Bits, z. B. des MSB oder der beiden MSBs, der Bildpunkt-Werte erfolgt, um Rechenzeit zu sparen.

Aus der deutschen Patentschrift DE 40 23 449 C1 ist ein Verfahren zum Bestimmen von Bewegungsvektoren für Teilbildbereiche einer Quellbildsequenz bekannt, bei dem zunächst zwei Bewegungsvektoren in einem Bild mit reduzierter Auflösung gesucht werden und dann zwischen dem Nullvektor und den beiden Vektoren eine verfeinerte Suche durchgeführt wird.

Aus den Proceedings of the IEEE, Vol. 83, No. 6, June 1965 sind Bewegungsschätztechniken für das digitale Fernsehen bekannt, bei denen die Bandbreite der hinsichtlich der des Vorhersagefehlers und der Bewegungsparameter dadurch minimiert werden, daß ein lokal adaptives Mehrfachgitter-Block-Matching angewendet

wird.

Die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe liegt nun darin, ein Verfahren zur Auswahl eines wahrscheinlichen Bewegungsvektors für eine Echtzeitbewegungsschätzung bei Bewegtbildsequenzen anzugeben, bei dem die Vorteile der obengenannten Verfahren vereint werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhaftes Weiterbildungen des Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 ein Ablaufdiagramm zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 eine Prinzipschaltbild zur Erläuterung einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens und

Fig. 3 ein Beispiel einer Quantisierung innerhalb des erfindungsgemäßen Verfahrens.

In Fig. 1 ist ein Ablaufdiagramm zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens gezeigt, wobei die aufeinanderfolgenden Verfahrensschritte Differenzbildung D, Absolutwertbildung A, Quantisierung Q, Summenbildung S und Minimumbildung MIN durch miteinander verbundene Blöcke angedeutet sind. Während der Differenzbildung D werden aus einem aktuellen Bildausschnitt $S_f(k, l)$ und aus einem vorhergehenden Bildausschnitt $S_{f-1}(k+i, l+j)$ für eine Mehrzahl von Pixelvektoren (k, l) der Bildausschnitte und für eine Mehrzahl Bewegungsvektoren (i, j) Differenzen $d(k, l, i, j)$ beziehungsweise durch die anschließende Absolutwertbildung A die Absolutwerte der Differenzen $d(k, l, i, j)$ gebildet. Dem Absolutbetrag einer jeweiligen Differenz wird nun anschließend während der Quantisierung Q über eine treppenförmige Kennlinie mit exponentiell ansteigender Stufenbreite, in Fig. 3 mit SB bezeichnet, und exponentiell ansteigender Stufenhöhe, in Fig. 3 mit SH bezeichnet, jeweils eine quantisierte Differenz $T(k, l, i, j)$ zugeordnet. Für einen jeweiligen Bewegungsvektor (i, j) werden anschließend entweder alle quantisierten Differenzen selbst oder aber alle quadrierten quantisierten Differenzen über alle Pixelvektoren der Mehrzahl von Pixelvektoren (k, l) während der Summenbildung S zu einem jeweiligen Summenwert $LPDC(i, j)$ aufsummiert, wobei eine Summenbildung über k und eine Summenbildung über l durchzuführen ist. Zum Schluß wird während der Minimumbildung MIN ein wahrscheinlichster Bewegungsvektor dadurch ermittelt, daß derjenige Bewegungsvektor mit dem geringsten Summenwert $Min(LPDC(i, j))$ ermittelt wird.

In Fig. 3 ist ein Beispiel einer vorteilhaften Quantisierung Q in Form einer Quantisierungskennlinie mit der Differenz $d(k, l, i, j)$ auf der Ordinate und der quantisierten Differenz $T(k, l, i, j)$ auf der Abszisse dargestellt, wobei die Stufenhöhe und die Stufenbreite jeweils zur Basis 2 exponentiell ansteigt. Die zugehörige Quantisierungskennlinie kann also hier wie folgt beschrieben werden:

$$\begin{aligned} T(k, l, i, j) &= 0 \text{ wenn } |S_f(k, l) - S_{f-1}(k+i, l+j)| = 0 \\ T(k, l, i, j) &= 1 \text{ wenn } 1 \leq |S_f(k, l) - S_{f-1}(k+i, l+j)| < 2 \\ T(k, l, i, j) &= 2 \text{ wenn } 2 \leq |S_f(k, l) - S_{f-1}(k+i, l+j)| < 4 \\ T(k, l, i, j) &= 4 \text{ wenn } 4 \leq |S_f(k, l) - S_{f-1}(k+i, l+j)| < 8 \\ T(k, l, i, j) &= 2^{n-2} \text{ wenn } 2^{n-2} \leq |S_f(k, l) - S_{f-1}(k+i, l+j)| < 2^{n-1} \\ T(k, l, i, j) &= 2^{n-1} \text{ wenn } 2^{n-1} \leq |S_f(k, l) - S_{f-1}(k+i, l+j)| \end{aligned}$$

Die Stufenbreite SB und Stufenhöhe SH der treppenförmigen Quantisierungskennlinie kann zwar zu einer beliebigen Basis exponentiell ansteigen, es ist jedoch von Vorteil wenn die Stufenbreite SB der treppenförmigen Quantisierungskennlinie zur Basis 2^m exponentiell und die Stufenhöhe SH der treppenförmigen Quantisierungskennlinie zur Basis 2^p exponentiell ansteigt, wobei m und p positive ganze Zahlen größer gleich Eins sind und wobei m und p auch gleich groß sein können.

Für das Verfahren mit der in Fig. 3 gezeigten Kennlinie, also für einen exponentiellen Anstieg der Stufenhöhe und der Stufenbreite zur Basis 2, ist eine rechenstechnisch besonders einfach durchzuführende Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens möglich, die anhand der in Fig. 2 gezeigten Prinzipschaltung im folgenden näher erläutert wird. Diese Prinzipschaltung weist ein Register REG mit den Stellen R1 ... R5 und einer Vorzeichenstelle VZ, ein Akkumulatorregister ACC mit den Bitstellen A1 ... A5 und einer Vorzeichenstelle VZ, eine Einheit NV zum bitweisen Nullvergleich sowie Auswahlwähler S1 und S2 auf, wobei das Register REG zur Aufnahme der Differenz $d(k, l, i, j)$ und das Akkumulatorregister ACC zur Aufnahme der quantifizierten Differenz $T(k, l, i, j)$ dienen. Die Quantisierung wird hierbei durch Maskierung der binären Darstellung der jeweiligen Differenz $d(k, l, i, j)$ erzeugt. Die binäre Darstellung der jeweiligen Differenz wird dabei ausgehend vom höchstwertigen Bit R5 Bit für Bit nacheinander so lange ausgelesen, bis mit Hilfe der Einheit NV festgestellt wird das gerade ausgelesene Bit verschieden von Null ist. Die Absolutwertbildung erfolgt auf sehr einfache Weise dadurch, daß dabei das Vorzeichenbit VZ des Registers REG ignoriert wird. Ist das über den Auswahlwähler S1 gerade ausgelesene Bit ungleich Null, so wird es über den Schalter S2 an einer entsprechenden Bitstelle im Akkumulatorregister aufaddiert.

Werden für einen jeweiligen Bewegungsvektor (i, j) alle quantisierten Differenzen über alle Pixelvektoren der Mehrzahl von Pixelvektoren (k, l) zu einem jeweiligen Summenwert $(LPDC(i, j))$ aufsummiert, so wird das von Null verschiedene Bit stellenrichtig aufaddiert. Das bedeutet beispielsweise, daß das von Null verschiedene Bit an der Stelle R2 im Register an der Stelle A2 im Akkumulatorregister ACC aufaddiert wird.

Entsprechend können auch für einen jeweiligen Bewegungsvektor (i, j) alle quadrierten quantisierten Differenzen über alle Pixelvektoren der Mehrzahl von Pixelvektoren (k, l) dadurch zu einem jeweiligen Summenwert $(LPDC(i, j))$ aufsummiert werden, daß das von Null verschiedene Bit um die seiner Wertigkeit entsprechenden Anzahl von Stellen erhöht in einem Akkumulator aufaddiert wird, wodurch sich eine Verdopplung der jeweiligen Wertigkeit ergibt. Das heißt, daß im obigen Beispiel nicht in der Stelle A2 sondern in der Stelle A4 des Akkumulatorregisters ACC aufaddiert wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Auswahl eines wahrscheinlichen Bewegungsvektors für eine Echtzeitbewegungsschätzung bei Bewegtbildsequenzen, bei dem aus einem aktuellen Bildausschnitt $(S_f(k, l))$ und aus einem vorhergehenden Bildausschnitt $(S_{f-1}(k+i, l+j))$ für eine Mehrzahl von Pixelvektoren (k, l) der Bildausschnitte und für eine Mehrzahl Bewegungsvektoren (i, j) Differenzen gebildet werden, bei dem dem Absolutbetrag einer jeweiligen Diffe-

renz über eine treppenförmige Quantisierungskennlinie mit exponentiell ansteigender Stufenbreite und exponentiell ansteigender Stufenhöhe jeweils eine quantisierte Differenz $T(k, l, i, j)$ zugeordnet wird,

bei dem für einen jeweiligen Bewegungsvektor (i, j) alle quantisierten Differenzen selbst beziehungsweise alle quadrierten quantisierten Differenzen über alle Pixelvektoren der Mehrzahl von Pixelvektoren (k, l) zu einem jeweiligen Summenwert $(LPDC(i, j))$ aufsummiert werden und bei dem der wahrscheinlichste Bewegungsvektor dadurch ermittelt wird, daß derjenige Bewegungsvektor mit dem geringsten Summenwert ermittelt wird.

2. Verfahren zur Auswahl eines wahrscheinlichen Bewegungsvektors nach Anspruch 1, bei dem die Stufenbreite (SB) der treppenförmigen Quantisierungskennlinie zur Basis 2^m exponentiell und die Stufenhöhe (SH) der treppenförmigen Quantisierungskennlinie zur Basis 2^p exponentiell ansteigt, wobei m und p positive ganze Zahlen größer gleich Eins sind.

3. Verfahren zur Auswahl eines wahrscheinlichen Bewegungsvektors nach Anspruch 2, bei dem die Stufenbreite (SB) und die Stufenhöhe (SH) zur gleichen Basis exponentiell ansteigen.

4. Verfahren zur Auswahl eines wahrscheinlichen Bewegungsvektors nach Anspruch 3, bei dem die Stufenbreite (SB) und die Stufenhöhe (SH) zur Basis 2 exponentiell ansteigen.

5. Verfahren zur Auswahl eines wahrscheinlichen Bewegungsvektors nach Anspruch 4, bei dem die Quantisierung durch Maskierung der binären Darstellung der jeweiligen Differenz erzeugt wird, wobei die binäre Darstellung der jeweiligen Differenz, ausgehend vom höchstwertigen Bit, Bit für Bit nacheinander solange ausgelesen werden, bis das gerade ausgelesene Bit verschieden von Null ist, und

bei dem für einen jeweiligen Bewegungsvektor (i, j) alle quantisierten Differenzen selbst beziehungsweise alle quadrierten quantisierten Differenzen über alle Pixelvektoren der Mehrzahl von Pixelvektoren (k, l) dadurch zu einem jeweiligen Summenwert $(LPDC(i, j))$ aufsummiert werden, daß das von Null verschiedene Bit stellenrichtig beziehungsweise um die seiner Wertigkeit entsprechende Anzahl von Stellen erhöht in einem Akkumulator aufaddiert wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG 1

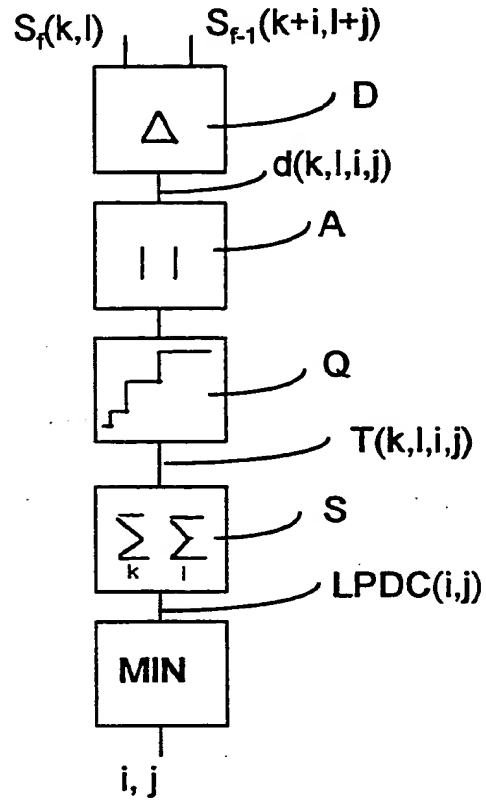
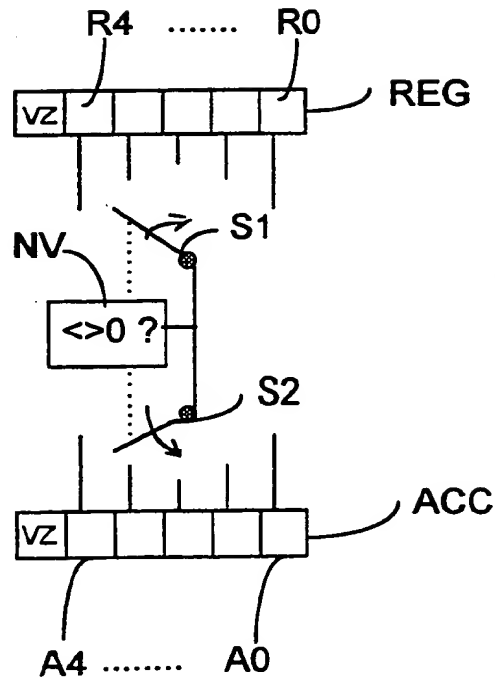


FIG 2



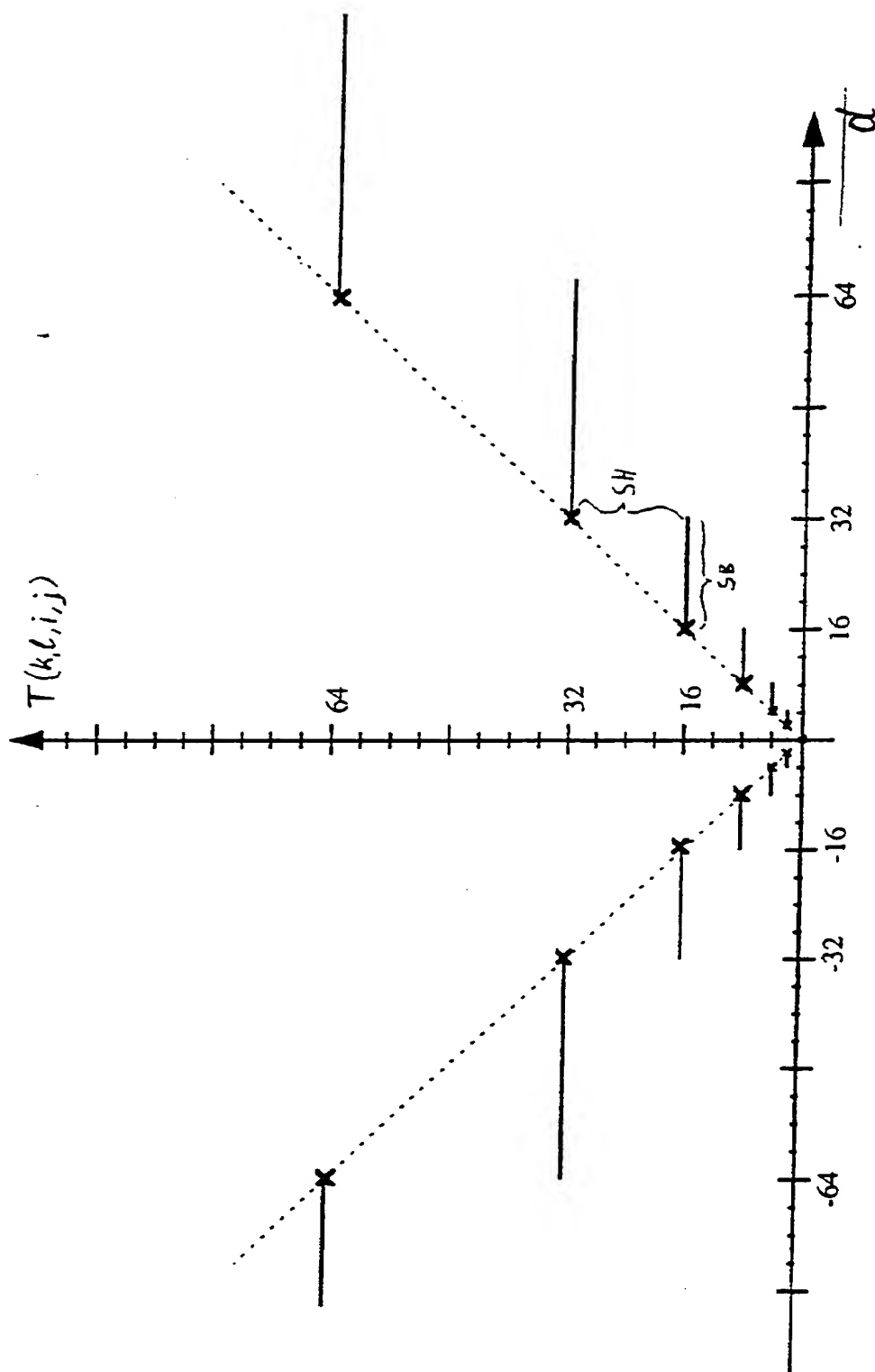


FIG 3